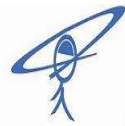




وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
مجمع آموزش عالی بیم



انجمن سیستم های هوشمند ایران  
Intelligent Systems Scientific Society of Iran

## ارائه یک مدل جدید برای پیاده سازی الگوریتم فرهنگی

علی فاضلی<sup>۱</sup>، مینا زلفی ليقوان<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی مهندسی کامپیوتر، دانشگاه تبریز

a.fzl@live.com

<sup>۲</sup> استادیار دانشکده برق و مهندسی کامپیوتر، دانشگاه تبریز

mzolfy@tabrizu.ac.ir

### چکیده

الگوریتم های فرهنگی شاخه ای از الگوریتم های تکاملی بوده که در آن از فواید الگوریتم ژنتیک همچون جامعه نمونه، غربالگری آن ها و رسیدن به یک جامعه با ویژگی های خاص بهره جسته و با اضافه کردن مولفه فرهنگی بر روی روال غربال جامعه با استفاده از دو مولفه با نام های "تاثیر افراد بر روی فرهنگ" و "ایجاد مولفه فرهنگی" سعی در بهبود کارایی الگوریتم های تکاملی دارد. در این مقاله سعی شده است با کاربردی سازی الگوریتم فرهنگی در زمینه تکامل ذائقه غذایی افراد در بستر آمد و شد نقطه نظرات مصرف کنندگان و آشپزان در طول زمان و گروه های اجتماعی مختلف، بهبود کارایی این الگوریتم را در مقایسه با الگوریتم های فرهنگی مشابه شاهد باشیم.

### کلمات کلیدی

الگوریتم فرهنگی، الگوریتم های تکاملی، عامل، ذائقه غذایی، فرهنگ، دستور پخت، آشپز

الگوریتم های فرهنگی نیز به دنبال استفاده از تکامل فرهنگی یک جامعه، فضای فرهنگی حاکم بر آن و تعامل و یا تقابل فرهنگ در برابر جامعه به منظور حل مسائل می باشیم. در اینجا منظور از جامعه محدود بسیار زیادی با مجموعه ژنوم ها در الگوریتم ژنتیک مشابهت دارد و این المان می تواند به عنوان هر پارامتری ایفای نقش کند. این مهم با استفاده از پیاده سازی و ساخت یک مدل انجام می گیرد که در نهایت موجب کمک به حل مسائل بهینه سازی خواهد شد.

### ۱-۱- مولفه های الگوریتم فرهنگی

سوالی که در اینجا مطرح می شود این است که تکامل چگونه انجام می پذیرد؟ در یک اجتماع چه افرادی نقش بیشتری در تولید و تغییر فرهنگ دارند؟ الگوریتم فرهنگی پاسخ این سوال را در وجود "نخبگان جامعه" می داند. نخبه کسی است که در جامعه وزن و تاثیر بیشتری داشته باشد و یا به عبارتی بیشتر مورد توجه باشد. این گونه افراد "الگو" نیز نامیده می شوند. این فرد میتواند

### ۱- مقدمه

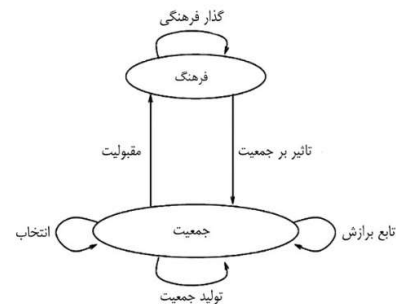
الگوریتم ژنتیک از گونه الگوریتم های تکاملی می باشد که با استفاده از ایده نحوه تاثیر جهش ژنتیکی و بهبود آن بر روی اعضای جامعه و با نگاه ژنتیکی و طبیعی به موضوع تکامل انسان ها در طبیعت توانسته خیل عظیمی از مسائل انسان را به خوبی مدل کند. اما در الگوریتم های فرهنگی فرایند تکامل افراد جامعه بصورت دوگانه، هم از جهت تکامل ژنتیکی برخوردار است از طبیعت انسان، و هم با استفاده از فرهنگ موجود در جامعه برخواسته از تمدن آن ها انجام می گیرد. منطقاً غربالگری و تکامل جمعیت با استفاده از دو فاکتور نتیجه بسیار مطلوب تری در بسیاری از مواقع بدست خواهد داد. که اینگونه الگوریتم ها را "الگوریتم فرهنگی" و یا الگوریتم تکاملی فرهنگی\* می نامند. این الگوریتم ها نوع بهبود یافته الگوریتم ژنتیک می باشند. همانطور که در الگوریتم ژنتیک شاهد حل مسائل با استفاده از تکامل زیستی هستیم در

\* Cultural Evolutionary Algorithm

یک بازیگر یا یک سیاست مدار یا یک ورزشکار باشد که با استفاده از تمکن مالی خود و یا شهرت و یا قدرت نفوذ در اجتماع خود به اعمال سلیقه شخصی خود در رفتار عمومی جامعه بپردازد. طبیعتاً رفتار و جهت گیری های یک فرد مشهور و مورد توجه در جامعه بر روی جامعه تاثیر بسزایی داشته و آرام آرام رفتارش تبدیل به فرهنگ در جامعه می شود. این اتفاق با عنوان "تاثیر افراد بر روی فرهنگ"<sup>†</sup> و "ایجاد مولفه فرهنگی"<sup>‡</sup> بررسی می شود.

اما در رابطه با "تاثیر فرهنگ بر روی افراد" این توضیح وجود دارد که هنگامیکه دسته ای از افراد یک مولفه فرهنگی را در جامعه ایجاد می کنند و یک فرهنگ بر جامعه غالب می شود، دسته ای از مردم به دلیل آنکه محل ارجاع رفتارهای اجتماعی شان فرهنگ می باشد، از این مولفه فرهنگی (فرهنگ) تاثیر پذیرفته و فرهنگ پیاده سازی می شود. و پس از آن افراد با اعمال سلیقه شخصی خود قسمت کوچکی از آن مولفه فرهنگی را با تغییرات کوچک شخصی سازی کرده و از آن پیروی می کنند.

فرض کنید یک فرد در یک جامعه یک مولفه فرهنگی جدید (مانند استفاده از کتب امانی در وسایل نقلیه عمومی) را می پذیرد. اما طبیعتاً هر فرد مقداری از سلیقه شخصی خود را در فرهنگ غالب جامعه دخیل می کند. بطور مثال این فرد یک برگه برداشته، بخش های جالب کتاب عمومی را در آن یادداشت کرده و دوباره لای کتاب می گذارد. این مولفه فرهنگی شخصی سازی شده (در موارد مثبت می گوئیم بهبود یافته) در جامعه پذیرفته می شود و هر فرد دیگری که این مولفه فرهنگی را می پذیرد (استفاده از کتب عمومی در وسایل نقلیه) عمل نکته برداری نکات جالب کتاب را نیز انجام می دهد. و این گونه است که بهبود یک مولفه فرهنگی انجام می پذیرد. در کل اساس کار الگوریتم های فرهنگی همین نکته می باشد.



شکل ۱: ساختار کلی الگوریتم فرهنگی

قسمت بالایی شکل (۱) نشان دهنده فرهنگ و قسمت پایین، نشان دهنده جمعیت می باشد. ما یک بده بستان بین فرهنگ و جمعیت داریم. تاثیری که جمعیت بر فرهنگ دارد اثر مقبولیت<sup>§</sup> نامیده میشود و بطور متقابل تاثیری که فرهنگ بر روی جمعیت مورد مطالعه دارد را تاثیر بر جمعیت گویند. تغییراتی که در فرهنگ انجام می پذیرد و تاثیراتی که فرهنگ بر روی فرهنگ می گذارد را گذار فرهنگی می گویند. گاها فرهنگ جدیدی بوجود می آید که فرهنگ های دیگر را تحت تاثیر قرار می دهد.

## ۲-۱- ویژگی های اساسی الگوریتم های فرهنگی

الگوریتم های فرهنگی با توجه به نوع ساختار و نحوه عملکرد خود دارای ویژگی های شاخصی می باشند که در ذیل به آن ها اشاره می شود:

- تاثیر پذیری و ارث بری دوگانه، از طریق جمعیت و سطوح دانش (در این الگوریتم بالاخص، فرهنگ)
- قابلیت پشتیبانی از طراحی روال جست و جوی سلسله مراتبی براساس جمعیت و یا فضای اعتقادی (فرهنگ)
- جداسازی دانش برگزیده (فرهنگ) از دانش فردی (فرهنگ هریک از اعضای جمعیت)
- امکان انجام تکامل فرهنگی با نرخ ها و سطوح مختلف

## ۳-۱- وجه تمایز الگوریتم ارائه شده در مقایسه با

### الگوریتم های فرهنگی کلاسیک

همانطور که پیشتر نیز اشاره شد الگوریتم از ارث بری دوگانه عامل ها بر جامعه نمونه و بالعکس برخوردار است. علاوه بر این ویژگی الگوریتم فرهنگی، خوسه بندی تصادفی عامل های موجود در فضای اعتقادی (در این الگوریتم آشپزها) صورت گرفته و سپس مقایسه و رتبه دهی درونی فضای اعتقادی به الگوریتم کلاسیک اضافه شده است. با انجام این امر شاهد افزایش ذاتی سرعت غربال دستور پخت ها (به عبارت دیگر فضای مساله) و تسریع فرایند تاثیرگذاری فضای اعتقادی بر جامعه نمونه خواهیم بود. و در نهایت الگوریتم این قابلیت را دارد که در پایان هر دوره تناوب از اجرای الگوریتم بر روی فضای اعتقادی، روند تغییرات عامل ها بر روی فضای مساله را گزارش کند. این ویژگی باعث می شود تا این الگوریتم پتانسیل بالایی برای متصل کردن الگوریتم هایی از نوع برنامه نویسی پویا را به الگوریتم حاضر داشته باشد.

## ۲- پیاده سازی

مدل ارائه شده روند تکامل فرهنگی که از ذائقه ها و فرهنگ های مختلف نشأت می گیرد را در قالب تکامل دستور پخت غذاهای مختلف پیاده سازی می کند. بدین شکل که آشپزهای مختلف (عامل) هرکدام دستور پخت خاص خود را دارند. به مرور زمان و طی ارتباطات با دیگر آشپزها (با دستور پخت ها، ذائقه ها و گرایش غذایی متفاوت) تغییرات ای (در اینجا به تغییرات در نحوه پخت و یا آماده سازی غذاها تکامل گفته می شود). بصورت تصادفی در نحوه تهیه دستور غذایی خود خواهند داد تا دستور غذایی واحد که مورد قبول (یا به عبارت بهتر مورد پسند تمامی جوامع آشپزی) با تمامی تفاوت هایشان هستند برسیم. از این نوع پیاده سازی می توان در یافتن علایق مشترک یا نحوه زندگی و یا حتی رئیس جمهور منتخب یک جامعه استفاده نمود.

الگوریتم پیاده سازی شده از سه بخش اصلی زیر تشکیل شده است:

۱. بخش مربوط به دستور تهیه
۲. بخش مربوط به عامل
۳. بخش مربوط به تولید نسل جدید

<sup>†</sup> Influence Population

<sup>‡</sup> Create Cultural Component

<sup>§</sup> Acceptance Effect

## ۱-۲- تشکیل مجموعه داده ای دستور تهیه

در ابتدا مجموعه ای از دستور پخت های رایج بین الملل از پایگاه داده ای آشپزان بین المللی<sup>\*\*</sup> تهیه گشت و دسته بندی لازم با عنوان های غذاهای گوشتی، سبزیجات و ماهی انجام گرفت. لازم به ذکر است که دستور پخت ها در روند اجرای الگوریتم تاثیر داده نشده و صرفا به عنوان فضای مساله در نظر گرفته شده اند. دستور پخت ها بر اساس ذائقه های از پیش تعیین شده ای عامل ها دسته بندی می شوند.

## ۲-۲- عامل

هر عامل در ابتدای کار با داشتن یکی از ذائقه های ماهی، گوشت و یا سبزیجات ایجاد می شود. در اولین نسل تعداد عامل های با ذائقه های متفاوت توسط کاربر در محیط کاربری تعیین می شود. هر عامل با توجه به ذائقه غذایی خود یکی از دستورات پخت مربوط به ذائقه خود را بصورت تصادفی انتخاب می کند. دستور پخت انتخاب شده تمام ویژگی های عامل را تعیین می کند. بدین شکل که مواد تشکیل دهنده دستور پخت انتخاب شده، مواد تشکیل دهنده محبوب آن عامل خواهند شد. بر اساس مدت زمان لازم برای پخت یا آماده سازی عامل ها ویژگی بنام سرعت تهیه پیدا می کنند که مقادیر "سریع"، "متوسط" و یا "کند" را به خود می گیرند.

بعد از طی کردن انتساب مقادیر و ویژگی های هر عامل، عامل غذای انتخاب شده خود را تهیه می کند. حتی خواهیم دید که عامل قدرت حذف یا اضافه مقادیر مواد اولیه را دارد. البته روشی که عامل دستور پخت خود را تغییر می دهد نیز به خودی خود بصورت تصادفی انتخاب می شود که این امر به نرخ جهش الگوریتم بستگی دارد. هرگونه تغییرات در دستور پخت بوسیله عامل ممکن است، و هر تغییر به عنوان پیشینه تغییرات دستور پخت ذخیره و نگهداری می شود. بطور دقیق تر فقط یکی از اعمال زیر و آن هم فقط یک بار (عامل فقط یک بار اجازه دخالت در دستور پخت خود را داراست) بوسیله عامل بر روی دستور پخت خود ممکن است:

۱. کار خاصی انجام نشود (عامل در حالت بدون عمل باشد)
۲. اضافه کردن ماده تشکیل دهنده
۳. حذف ماده تشکیل دهنده
۴. تعویض یا تغییر ماده تشکیل دهنده

در پایان این مرحله، عامل دستور پخت خود را ارزیابی می کند. طبیعی است که غذای جدید ویژگی های غذای قبلی را نداشته باشد. و این موضوع در سیر تکامل عامل ها در الگوریتم های تکاملی امری طبیعی محسوب می شود. این عمل در مرحله ای از انجام الگوریتم بنام مرحله ارتباطات<sup>††</sup> انجام می گیرد. تمامی این مراحل نیز در پیشینه فایل های متنی مربوط به هر عامل ذکر خواهد شد. مرحله ارتباطات عبارت است از ارائه متقابل دستورهای پخت عامل ها (آشپزها) به یکدیگر در قالب گروه های آشپزی و رتبه بندی بر اساس ذائقه جمعی خود عامل ها می باشد. که این رویکرد قبل ها توسط نوک و می<sup>‡‡</sup> تدوین شده است. این رویکرد با نام "انتقال هم ارز دانش فضای فرهنگی"<sup>§§</sup>

<sup>\*\*</sup> <http://mc6help.tripod.com/RecipeLibrary/RecipeLibrary.htm>

<sup>††</sup> Communication stage

<sup>‡‡</sup> Nowak & May, 1992

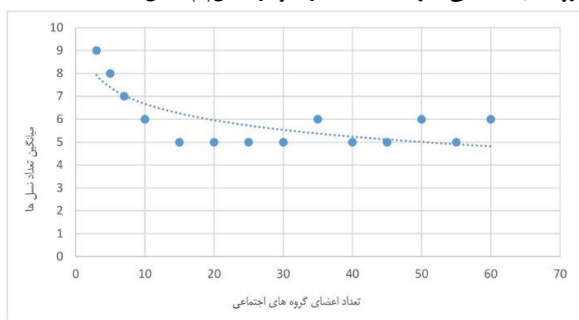
<sup>§§</sup> Nowak, M.A. and Sigmund, K., 1992. Tit for tat in heterogeneous populations. *Nature*, 355(6357), pp.250-253.

شناخته شده است که در آن عامل های اجرایی الگوریتم به جای ارتباط و آمد و شد با جمعیت اصلی با همسایه (دوستان خود) در درون فضای فرهنگی تبادل نظر می کنند. این تبادل بین آشپزها (با ذائقه های غذایی متفاوت) موجب غریال و انتخاب برابند متوسط از دستورپخت های مورد تایید تمامی آشپزان خواهد شد.

## ۳-۲- تولید نسل جدید

تعیین بهینه تعداد عامل های مورد نیاز برای جمعیت اولیه در طول عمر الگوریتم های فرهنگی از جمله چالش های این نوع الگوریتم ها بوده است. این مقدار نباید از مقدار معنی کمتر و یا از مقدار مشخص دیگری بیشتر باشد. چون در حالت اول ویژگی های جمعیت از بین رفته و در حالت بعدی منابع پردازشی تلف می شوند.

چالش اولیه الگوریتم ارائه شده تعداد اعضای گروه های اجتماعی عامل ها بود. گروه هایی که در آن آشپزها در پایان هر دوره تناوب اجرای الگوریتم به تبادل نظر در مورد دستورهای غذایی یکدیگر می پردازند. برای بدست آوردن تعداد اعضای بهینه الگوریتم با شرایط یکسان به ازای مقادیر مختلف تعداد اعضای گروه های اجتماعی اجرا شد. نتیجه در نمودار شکل (۲) قابل مشاهده است.



شکل ۲: نمودار بررسی ارتباط اعضای گروه های اجتماعی با میانگین تعداد نسل ها

در این آزمایش تعداد نسل ها میانگینی از ۲۰ بار اجرای الگوریتم به منظور رعایت اعتدال تصادفی بودن دستور پخت های مورد استفاده می باشد. همانطور که مشاهده می شود برای گروه های اجتماعی کوچک عامل ها (کمتر از ده نفر) تعداد نسل های مورد نیاز در حالت پیشینه خود بوده و با افزایش تعداد اعضای گروه ها این مقدار بطور میانگین در حدود ۵ نسل پایدار می شود. و برخلاف افزایش فزاینده تعداد اعضای گروه های اجتماعی به حدود ۵۰ یا ۶۰ نفر مقدار نسل های مورد نیاز در همان حدود باقی می ماند.

این تحلیل از مقادیر میانگین نشان دهنده این است که برای انتخاب نهایی بهترین مقدار (تنها دستور پخت مورد توافق عامل ها و جامعه) بهتر است تعداد نسل ها حدود پنج در نظر گرفته شود.

## ۳- اجرا

در ابتدا لازم به ذکر است که الگوریتم پیاده سازی شده در این مخزن<sup>\*\*\*</sup> پیاده سازی شده و قابل دسترس می باشد. الگوریتم ارائه شده دارای قابلیت شبیه سازی با مقادیر دلخواه می باشد.

<sup>\*\*\*</sup> [https://github.com/AFZL95/Final\\_B.Sc\\_Project](https://github.com/AFZL95/Final_B.Sc_Project)

نوع پارامتر	میزان
تعداد نسل ها	۸
تعداد عامل ها	۶۰
بیشینه تعداد گروه های اجتماعی	۱۰
تعداد آزمایشات	۴
سهم عامل های غذاهای شامل گوشت	۲۰٪
سهم عامل های غذاهای شامل ماهی	۱۰٪
سهم عامل های غذاهای شامل سبزیجات	۳۰٪
چپش	بله

شکل ۳: جدول مقادیر پیشفرض ورودی، برای اجرای الگوریتم

با اجرای الگوریتم با استفاده از مقادیر پیشفرض ذکر شده در شکل (۳)، مقادیر خروجی الگوریتم، بصورت شکل (۴) گزارش داده می شود:

<pre> =====         Statistical Properties of this simulation run           ===== Number of Agents           : 60 Maximum size of social groups : 10 Maximum number of Generations : 8 Number of individual CultEvo runs: 4  Values: =====  Averages and measures of central location .....  mean      : 7.00 median    : 7.00 mean_low  : 7.00 mean_high : 7.00 mean_grouped: 7.00 mode      : 7.00  Measures of spread .....  Population standard deviation of data: 0.71 Population variance of data          : 0.50 Sample standard deviation of data     : 0.82 Sample variance of data               : 0.67 </pre>	
--	--

شکل ۴: خروجی الگوریتم فرهنگی به ازای ورودی های پیشفرض

همانطور که در شکل شماره (۴) قابل مشاهده است مقادیر ورودی الگوریتم در بخش اول دوباره نشان داده شده و مقادیر میانگین، میانه، مقادیر حداقل ای و حداکثری داده ها نیز نمایش داده شده اند.

در نهایت مقادیر انحراف معیار و واریانس داده های مورد بررسی (در اینجا دستور های پخت) از ویژگی های دستور پخت منتخب نیز نمایش داده می شوند. اما نکته ای که بیش از هر چیز اهمیت دارد این است که در هر دوره از شبیه سازی، برنامه اطلاعات مربوط به اعمال تمامی عامل ها را بصورت فایل متنی ذخیره می کند. در ابتدا به ازای هر عامل یک فایل متنی با نام شماره شناسایی آن عامل ایجاد شده، ذائقه آن ذکر شده و دستور پخت پیشنهادی آن عامل نیز ثبت می شود. سپس در هر شبیه سازی فایل متنی

دیگری ایجاد شده که اطلاعات جامعی از روند اجرای الگوریتم و تغییرات بوجود آمده بدست می دهد. در ابتدا تعداد عوامل موجود به تفکیک بخش مربوطه (گوشت قرمز، ماهی و یا سبزیجات) ذکر می شود. سپس تمامی گروه های اجتماعی (که در هنگام اجرای الگوریتم تعداد آنها توسط کاربر مقداردهی شده بودند) به همراه شماره شناسایی عامل های عضو هر گروه چاپ می شود. بعد از آن به ازای تمامی نسل های مختلف، دستور پخت منتخب را بر اساس تعداد امتیاز های هریک (که هر کدام نیز جداگانه چاپ خواهند شد) به خروجی می روند.

## ۴- نتیجه گیری و کارهای آینده

از این بررسی میتوان در تحلیل نقاط مشترک یک جامعه دارای ویژگی های متعدد استفاده کرد. این ویژگی در پروژه مطالعه شده، دستور پخت غذا های مختلف بوده است. اما یقینا و همانطور که در مقدمه نیز اشاره گردید پتانسیل استفاده در الگوریتم های استخراج علایق و حتی بزرگتر، در الگوریتم های تصمیم گیری جمعی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

در پیاده سازی الگوریتم تا حد امکان سعی بر پیاده سازی انتزاعی کلاس های درگیر با فضای مساله شده است، بنابراین با توجه به ویژگی های ذاتی الگوریتم های فرهنگی و ویژگی های اضافه شده در این مقاله انتظار می رود این الگوریتم پتانسیل قابل توجهی برای حل مسائل زیر داشته باشد:

- مسائلی که در آن ها مقادیر دامنه دانش<sup>+++</sup> قابل توجه و زیاد باشد. بطور مثال در مسائل بهینه سازی مطلق (اجباری)<sup>+++</sup>
- مسائل پیچیده مربوط به سیستم هاییکه که عمل انطباق در سطوح و نرخ های مختلف در جمعیت و یا فضای اعتقادی صورت می گیرد.
- دانش در دسترسی دارای حالات و اشکال مختلف باشد و با معیارها و رویکردهای متفاوت مورد تصمیم گیری واقع شود
- سیستم های ترکیبی ای که نیاز به ترکیبی از جست و جوی صرف و چهارچوب های برپایه دانش دارند.
- حل مسائلی که نیازمند چندین گروه مختلف جمعیت و فضای اعتقادی، و متعاقبا ارتباط بین آنها دارد.
- مسائل دارای ساختار سلسله مراتبی که ساختار جمعیت و یا روند تاثیرپذیری یا تاثیرگذاری آنها بروی فرهنگ بصورت سلسله مراتبی مدل می شوند.

## مراجع

- [1] Robert G. Reynolds, An Introduction to Cultural Algorithms.
- [2] Andries P.Engelbrecht, Cultural Algorithm section, Computational Intelligence, and introduction, ISBN: 978-0-470-03561-0 (HB)
- [3] Michelucci P.(2013). Handbook of human computation (pp. 1-1059) doi: 10.1007/978-1-4614.
- [4] Ali Fazeli, Final bachelor degree report, accessible at: [https://www.github.com/AFZL95/Final\\_B.Sc\\_Project/blob/master/second\\_and\\_probably\\_last/Final\\_Report.pdf](https://www.github.com/AFZL95/Final_B.Sc_Project/blob/master/second_and_probably_last/Final_Report.pdf).

<sup>+++</sup> Domain Knowledge

<sup>+++</sup> Constrained optimization problems